

Entwurf von Tauwerknetzen unter Berücksichtigung der elastischen

Eigenschaften der Taue

Tauwerknetze werden im allgemeinen so entworfen, daß die Fußpunkte der Taue (Verbindungspunkte mit dem Achternetz) in einer Ebene senkrecht zur Zugrichtung liegend angenommen werden, während die Maulleinen mit den Kopfpunkten der Taue Kettenlinien bilden (Abb. 1). Daraus bestimmen sich - rein geometrisch - die Längen der einzelnen Taue.

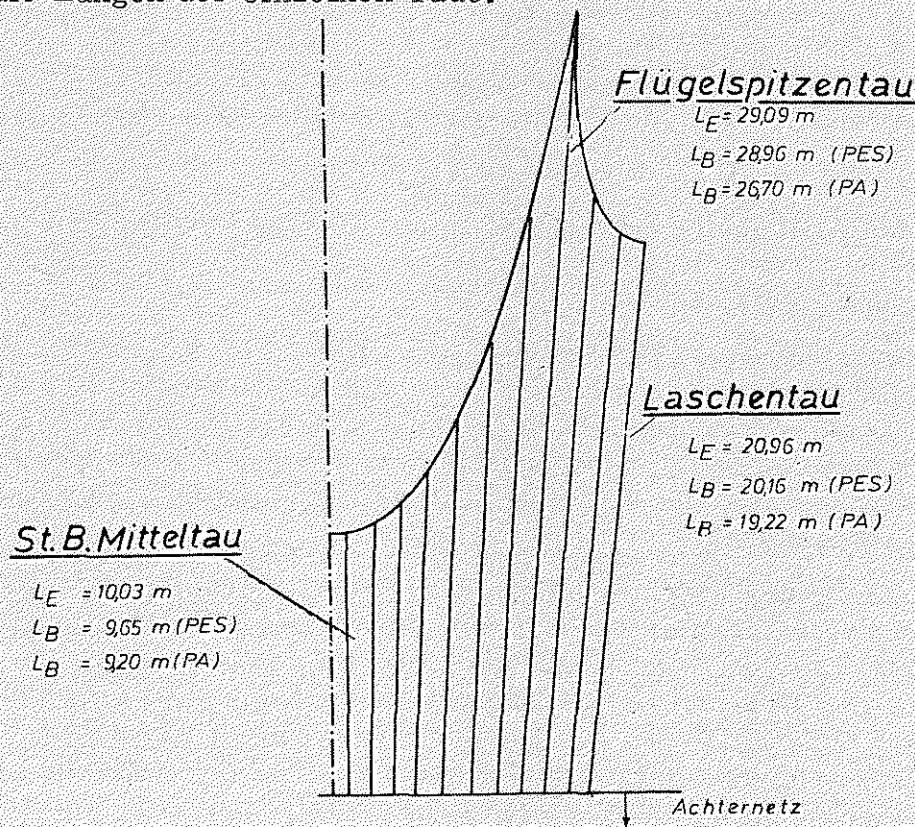


Abb.1 Schema eines 2-Laschen-Tauwerknetzes,
1/2 Oberblatt des Tauwerkteiles

Sinn dieses Verfahrens ist die Überleitung der Zugkräfte aus den Standern in das Netz in der Weise, daß jedes Tau die gleiche Kraft aufnimmt, d.h. die Zugbelastung soll über den gesamten Netzbereich gleichförmig verteilt sein.

Betrachtet man die Länge der Tawe als mehr oder weniger konstant - diese Bedingung läßt sich durch Verwendung von Tauen geringer Dehnung z.B. Herkules-Tauwerk, mit ausreichender Genauigkeit erfüllen - so ist die Entwurfsaufgabe damit im Prinzip gelöst. Werden jedoch rein textile Tawe verwendet, die unter Last ganz erhebliche Dehnungen aufweisen, so sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um die Ausgangsbedingungen - gleiche Belastung aller Tawe - zu erfüllen.

Die geometrisch ermittelten Entwurflängen (L_E) der Tawe sollen sich im Schleppbetrieb, also unter Belastung einstellen. Da die Tawe durch die Belastung um den Betrag ΔL gedehnt werden, muß also die für den Netzmacher allein maßgebende Baulänge (L_B) um dieses Maß geringer angesetzt werden. Es gilt

$$L_E = L_B + \Delta L \quad (1)$$

Bei gleicher Belastung in allen Tauen ist die Dehnung ebenfalls gleich, ist definiert als:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_B} \quad (2)$$

Daraus ergibt sich durch einsetzen in Gl. (1) und Umformung

$$\begin{aligned} L_E &= L_B + \epsilon \cdot L_B \\ L_B &= \frac{L_E}{1 + \epsilon} \end{aligned} \quad (3)$$

Danach können bei vorliegendem Entwurf des Tauwerk-Vornetzes die Baulängen der Einzeltaue bestimmt werden, vorausgesetzt ϵ ist bekannt.

Für die Bestimmung von ϵ ist zweierlei erforderlich

1. Ermittlung des Kraft/Dehnungs-Diagrammes für das vorgesehene Tauwerkmaterial
2. Abschätzung der Belastung.

Zu 1: Abb. 2 zeigt die Kraft/Dehnungs-Kurven für 2 Flechtschnüre, die für das in Abb. 1 skizzierte 2-Laschen-Tauwerknetz zur Diskussion standen. Sie wurden mit Hilfe der Prüfmaschine des Instituts für Fangtechnik an 24 h gewässerten Proben ermittelt. Für jedes Material wurden 5 Einzelversuche gefahren, aufgetragen sind die Mittelwerte. Die Bruchlasten bilden den Mittelwert aus 3 Einzelversuchen.

Ein Vergleich der beiden Flechtschnüre ist insofern schwierig, als auf den ersten Blick keine reelle Vergleichsbasis vorhanden ist. Der gemeinsame Durchmesser von 8 mm ist eine reine Handelsbezeichnung und technisch nur von begrenztem Wert. Zur Ermittlung des Materialquerschnittes ist er unbrauchbar. Das läßt sich auf einfache Weise mit Hilfe der Rtex-Werte kontrollieren, die unter Berücksichtigung der unterschiedlichen spezifischen Gewichte von PA und PES bei gleichem Querschnitt gleich sein müßten:

$$\gamma_{\text{PES}} : 1,38 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

$$\gamma_{\text{PA}} : 1,14 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

$$R_{\text{tex}}_{\text{PES}} : 40,82 \text{ [kp/km]}$$

$$R_{\text{tex}}_{\text{PA}} : 31,95 \cdot 1,38/1,14 \\ = 38,7 \text{ [kp/km]}$$

Der Querschnitt der PES-Flechtschnur ist also offensichtlich größer, womit sich zunächst auch die höhere Bruchlast teilweise erklären läßt.

Im folgenden soll ein Vergleich mit Hilfe der Bruchspannungen (σ_B) durchgeführt werden.

Aus der Bruchlast und dem R_{tex} -Wert ergibt sich die Reißlänge l_B , d.h. die Länge des Fadens, bei der er unter der Last des Eigengewichtes bricht:

$$l_B = \frac{P_B}{R_{\text{tex}}} \quad (4)$$

Nach der allgemeinen Festigkeitslehre gilt für die Reißlänge

$$l_B = \frac{\sigma_B}{\gamma} \quad (5)$$

Aus beiden Formeln ergibt sich für die Bruchspannung

$$\sigma_B = \frac{P_B \cdot \gamma}{R_{\text{tex}}} \quad (6)$$

$$\text{PES} : \sigma_B = \frac{946 \text{ [kp]} \cdot 1,38 \text{ [p/cm}^3\text{]}}{40,82 \text{ kp/km}} = 3200 \text{ [kp/cm}^2\text{]}$$

$$\text{PA} : \sigma_B = \frac{876 \cdot 1,14}{31,95} = 31,30 \text{ [kp/cm}^2\text{]}$$

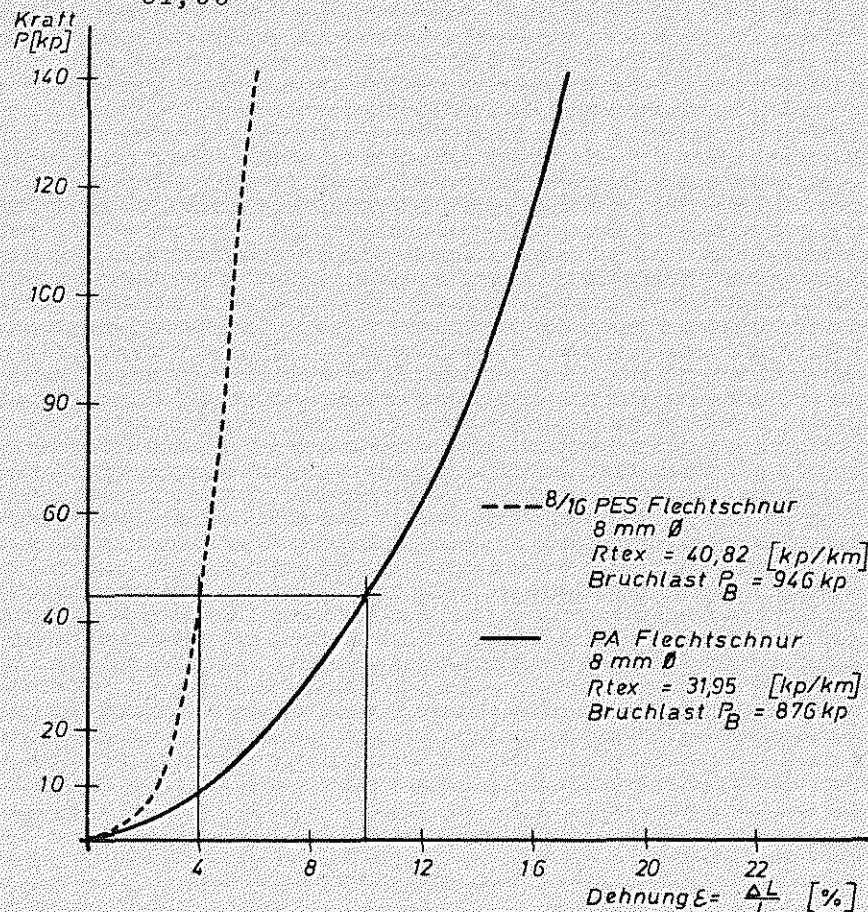


Abb.2 Kraft/Dehnungs - Diagramm

Die beiden Schnüre sind also hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit praktisch gleich, ihre theoretischen Bruchspannungen unterscheiden sich um weniger als 3 %.

Zu 2 : Das Netz soll von 2 Kuttern mit je ca. 150 PS Antriebsleistung im Gespann gefahren werden.

Bei einem spez. Trossenzug von 8 kp/PS ergibt sich daraus ein gesamter Trossenzug beider Kutter von $T = 2400$ kp. Für den Widerstand der Kurrleinen sowie des Netzrahmens plus Anhänge (Vorgewichte, Kopftaubeflottung usw.) werden pauschal 10 % angesetzt, so daß für die von den Tauen zu übertragende Kraft 2160 kp verbleiben, bei einer Anzahl von 48 Tauen ergibt das eine Belastung von $P = 45$ kp/Tau.

Somit lassen sich aus dem Kraft/Dehnungs-Diagramm die gesuchten ϵ -Werte ablesen:

$$PA : \epsilon = 4 \%$$

$$PES : \epsilon = 9 \%$$

Diese Werte in Gl. (3) eingesetzt ergeben die in Abb.1 eingetragenen Werte L_B für 3 charakteristische Taue: St.B. Mitteltau, Flügelspizentau, Laschentau.

Das Verfahren in der vorliegenden Form ist - vor allem in der Bestimmung der Belastung - nicht exakt, es gestattet jedoch eine näherungsweise Berücksichtigung der elastischen Eigenschaften der Taue, deren Einfluß auf die Netzform nicht vernachlässigt werden kann.

K. Lange
Institut für Fangtechnik
Hamburg